

JOHN ERICSSON ET LA PROPULSION NAVALE

Par ULYSSE

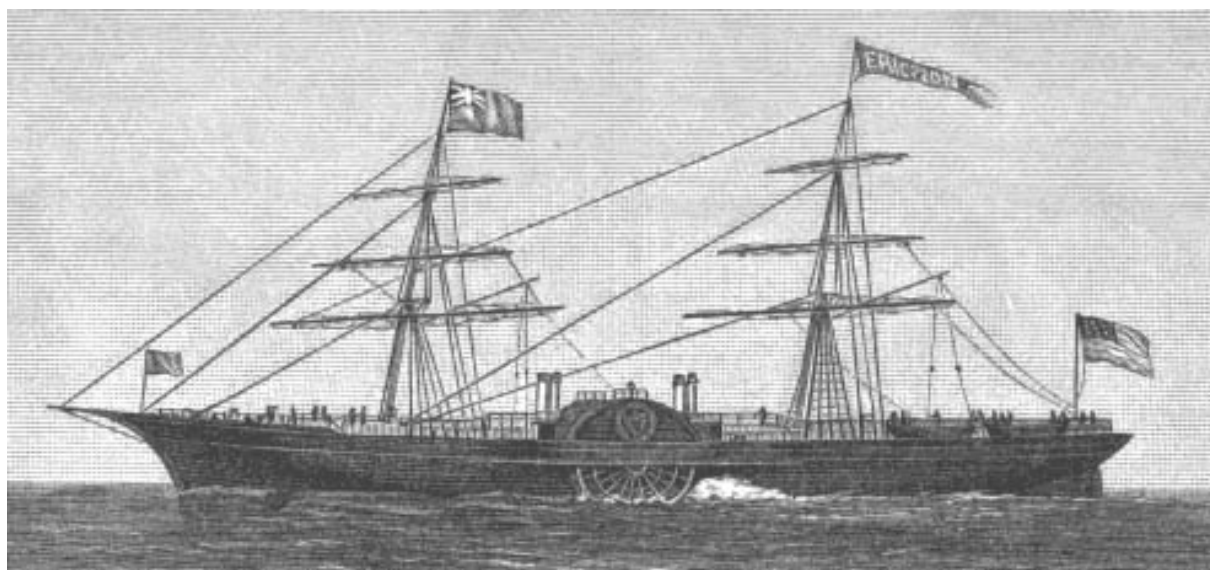
(pour <http://www.blooo.fr/> décembre. 2009)

Dans un article du Nicholson's journal d'octobre 1807 Le pionnier anglais de l'aviation Sir John Cayley (1773-1857) semble le premier avoir émis l'hypothèse selon laquelle la dilatation de l'air chauffé pourrait être utilisée à des fins motrices pour construire des moteurs plus légers et économiques que la machine à vapeur.

La première application pratique de ses prémonitions revient à Robert Stirling (1790-1879)

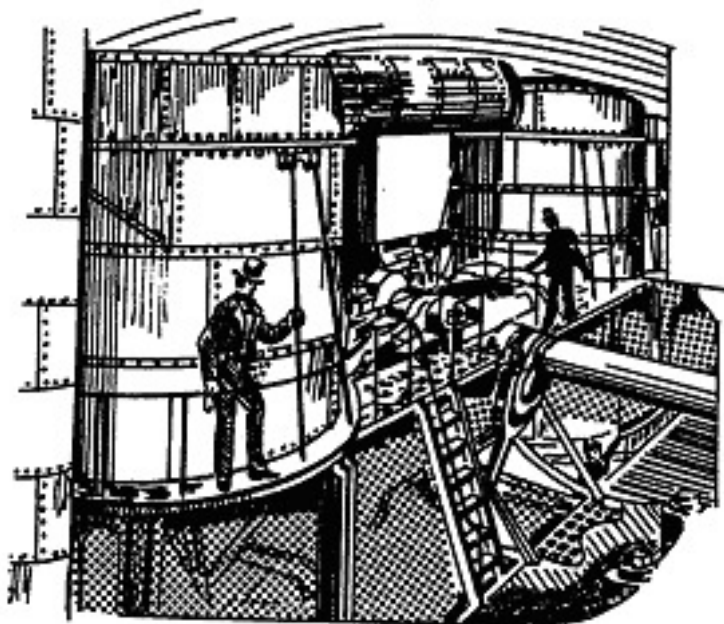
L'inventeur Suédois John Ericsson (1803-1889) apporta des modifications au premier moteur Stirling en supprimant le refroidisseur à eau et en démontrant que si la flamme du foyer est alternativement appliquée dans une chambre mobile ayant la même fonction que le piston d'une machine à vapeur, la force motrice serait obtenue plus rapidement et à moindre coût.

Les résultats obtenus sur des maquettes de sa « machine à feu » encouragèrent Ericsson à persévérer. De déboires en perfectionnements et en recherches de mécènes, il finit par construire un premier bateau à roues de 90m sur 14m, le « *Ericsson* », qui déplaçait 9000tonnes et était équipé de l'un de ses moteurs à air chaud.



Moteur thermique d'Ericsson pour propulsion navale, 1853 (Kolin 1991).

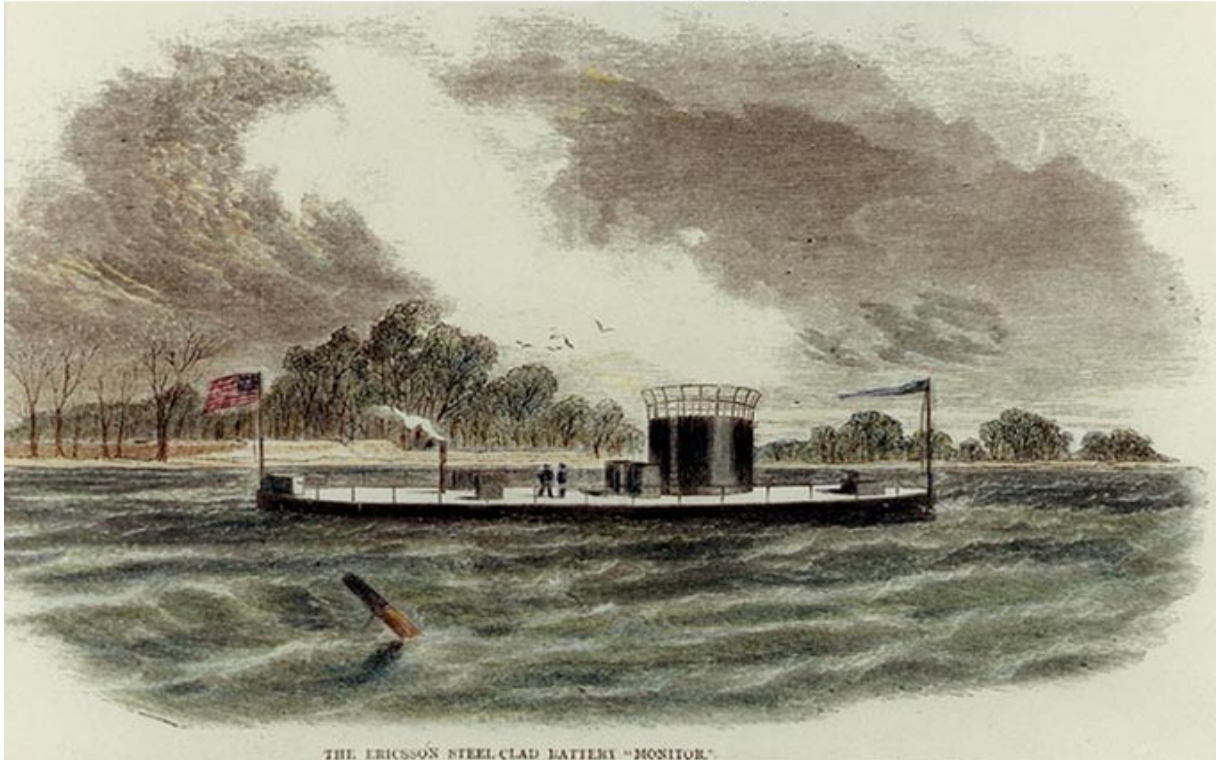
Ce moteur marin dégageait une puissance de 220 kW avec un rendement global de 13,3 %. Sa vitesse de rotation valait 6,5 tr/min, la pression maximale de l'air dans le moteur, 0,16 MPa, la course des pistons, 1,8 m, l'alésage des cylindres, 3,5 m pour le cylindre de compression et 4,3 m pour le cylindre de détente ! (Kolin 1991)



La croisière inaugurale du jour de l'an 1853 fut un fiasco : la machine délivrait moins de 50% de la puissance calculée, avec un rendement global de 13,3 % (Kolin 1991). Le bateau se traînait et était ingouvernable. Après une série de modifications, les machines furent finalement remplacées par des machines à vapeur. Le « *Ericsson* » sombra en 1855 suite à un gros coup de vent à l'entrée du port de New York. Après cet échec, Ericsson chercha de nouvelles applications pour son moteur en vue de satisfaire la demande croissante de l'industrie pour de petites ou moyennes sources d'énergie motrice. Ses moteurs furent fabriqués sous licence par dix compagnies aux USA et en Europe à la fin des années 1850. En 1862, il reçut le prix Rumford de l'Académie américaine des arts et sciences

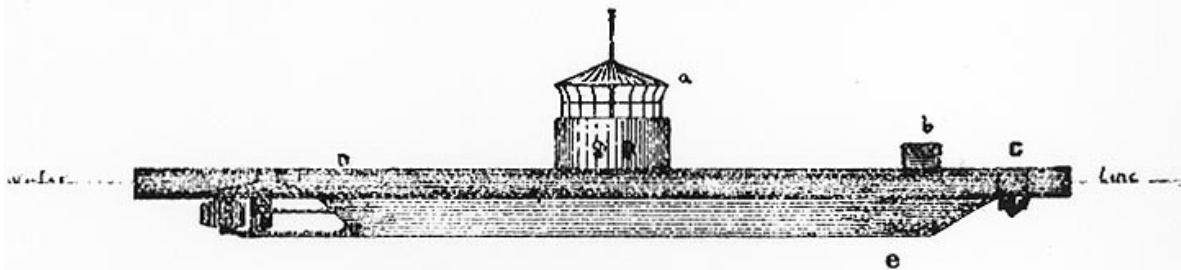
La même année, John Ericsson construisit un nouveau bateau, le « *Monitor* », un cuirassé de 987 tonnes qui participa à l'effort de guerre des nordistes dans la guerre de sécession lors de la bataille de Hampton Roads et popularisa son invention.

Photo # NH 76324-KN Hand-colored line engraving of USS Monitor, 1862



THE ERICSSON STEEL CLAD BATTERY "MONITOR."

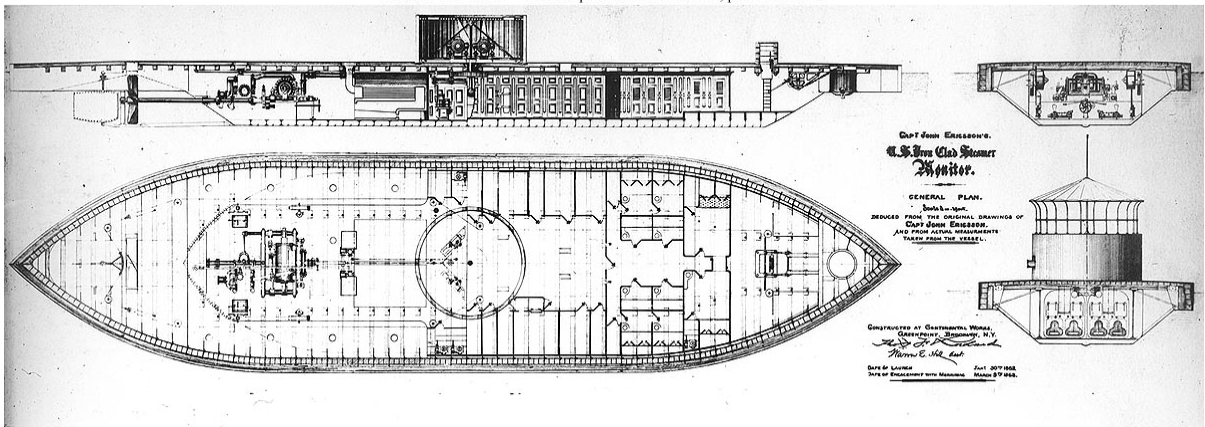
Photo # NH 94691 Sketch outboard profile plan of USS Monitor



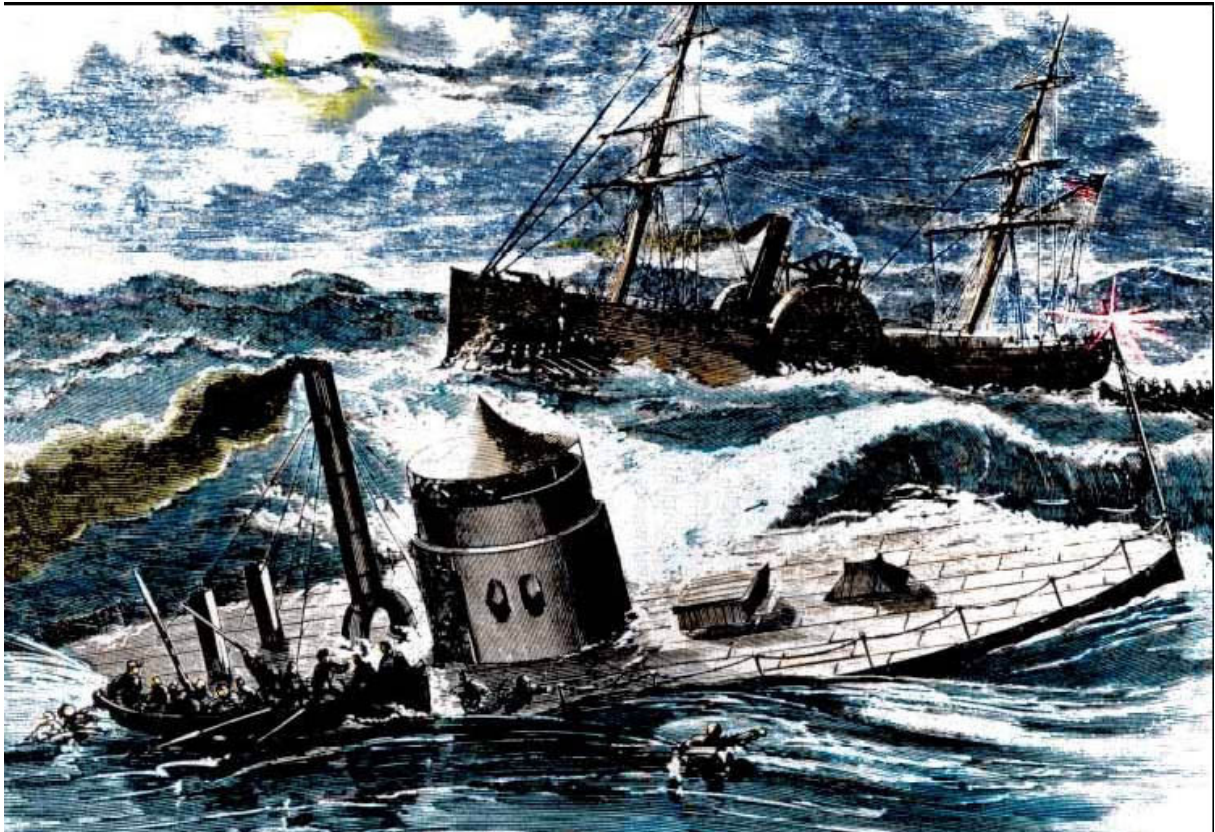
THE ORIGINAL ERICSSON MONITOR.

a. awning. b. pilot house of iron "logs." c. anchor well. d. wooden upper body or raft, armored on sides and deck. e. iron hull or under-body.

Photo # NH 50954 Inboard plans of USS Monitor, published 1862



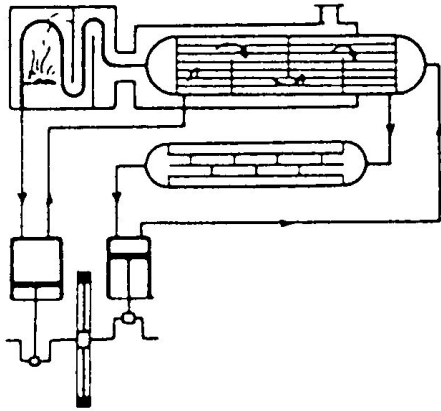
Construit à New-York et lancé le 25 février 1862 il coula dans une tempête le 31 décembre de la même année.



Son épave a été découverte en 1974 et le moteur a été renfloué le 26 décembre 2006 par l'US Marine.



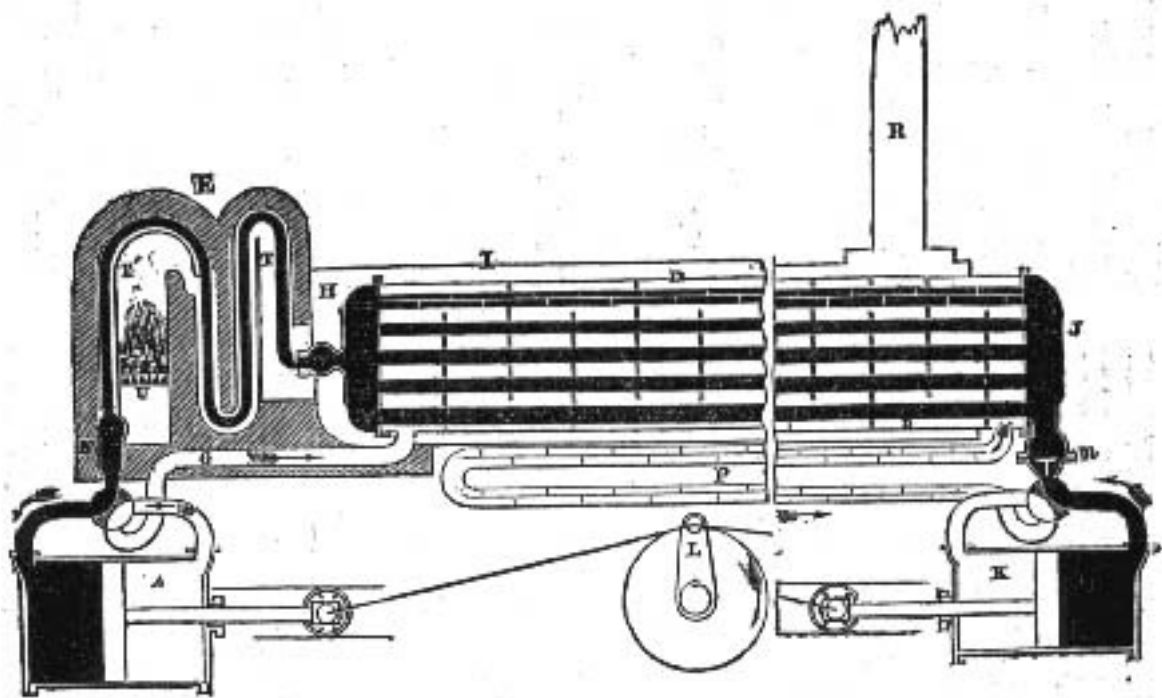
LE MOTEUR ERICSSON MARINE



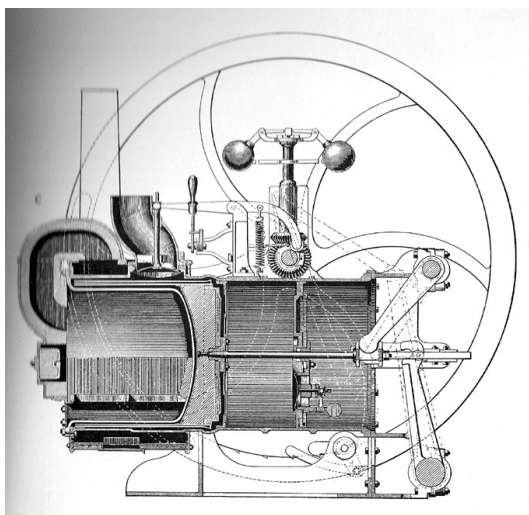
Le moteur à air chaud était très convoité pour les applications navales car il consommait peu et était facile à utiliser. John Ericsson inventa en 1833 un moteur thermique à air constitué d'un cylindre de compression muni de soupapes, d'un échangeur de chaleur récupérateur à contre-courant, d'un échangeur de chaleur pour la source chaude et d'un cylindre de détente, lui aussi muni de soupapes.

Ce moteur fut fabriqué et amélioré par plusieurs ingénieurs, dont l'Américain Alexander K. Rider, et la *Rider-Ericsson Engine Co.* domina le marché américain jusque dans les années 1930 .

Premier moteur thermique d'Ericsson, 1833 (Kolin 1991).

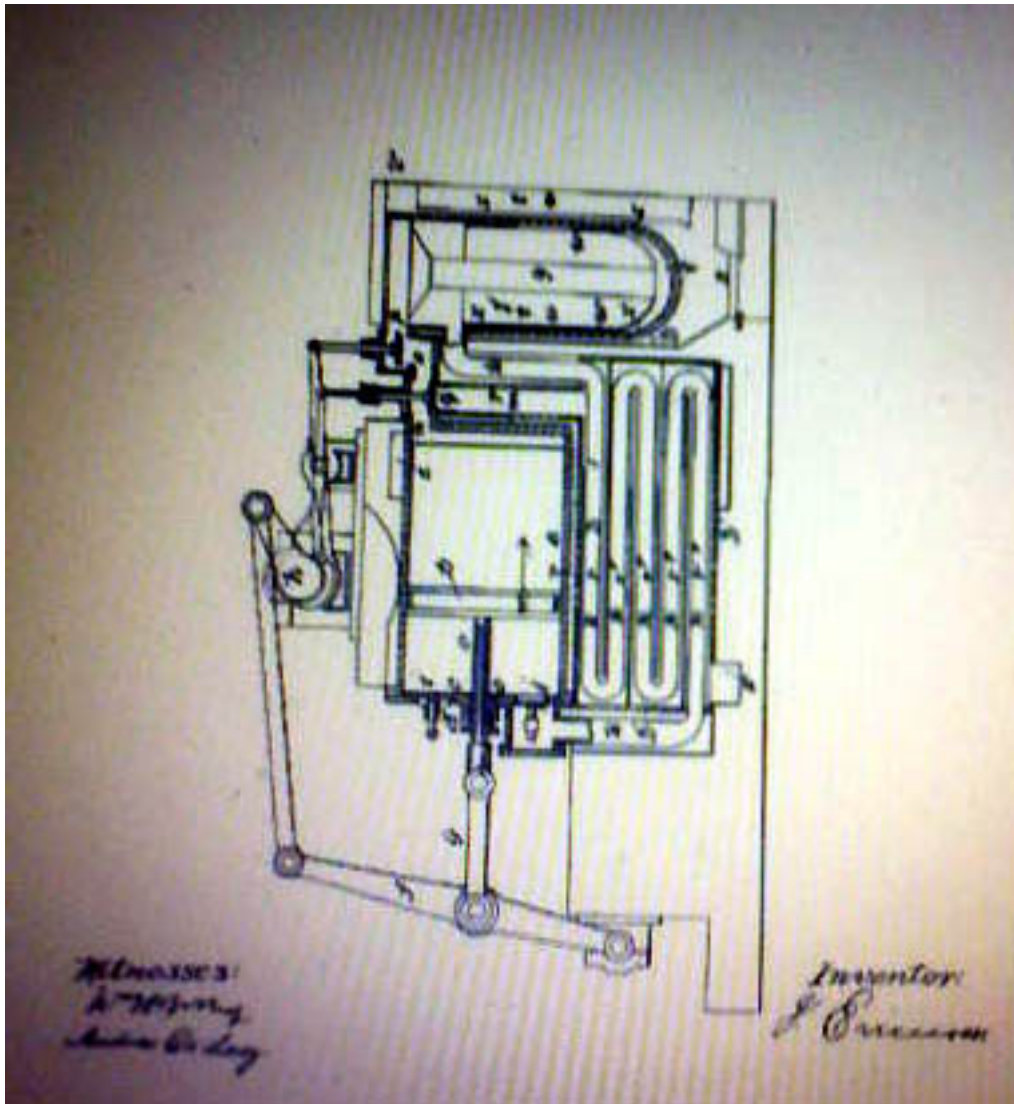


Le premier moteur du bateau « *Ericsson* » est constitué selon ce principe. On ne dispose toutefois pas d'un plan donnant la description exacte de ce moteur.



Suite à l'échec du moteur à air chaud du navire « *Ericsson* » dont le rendement ne correspondait ni aux calculs de l'inventeur, ni aux attentes de l'Amirauté, Ericsson se consacra à la fabrication de moteurs de taille plus modeste fonctionnant toujours sur le même principe, mais de configuration mécanique sensiblement différente. En particulier, les deux pistons de compression et de détente se meuvent dans un même cylindre. Ce nouveau moteur fut le premier moteur à air chaud produit en grande série : près de 3000 exemplaires furent vendus et mis en service aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en France et en Suède entre 1855 et 1860 (Stouffs 1999)

Le Bureau des brevets Américain (*US Patent and trademark office*) présente notamment sur son site (lien en annexe) le plan de la machine brevetée par Ericsson le 16 avril 1856 (**Ericsson Patent N° 14000**).



Un autre brevet pris en 1858 par Ericsson pour son "*half trunk, vibrating lever, back-acting engine*" concerne un moteur deux cylindres à double effet avec un alésage de 5 pouces, course de 2,75 pouces et à 85psi (et 20 pouces de mercure de vide) ; il développe 5 Hp à 125 tours-minute. Une simple commande à démultiplication par bras de levier entraîne la tige de manivelle solidaire de l'arbre d'hélice et l'excentrique de commande des soupapes. Ces leviers oscillants (« *vibrating levers* ») compensent la différence de course du piston et de la manivelle fréquemment évoquée comme un « problème de calage d'angle ») et augmentent les performances de la machine

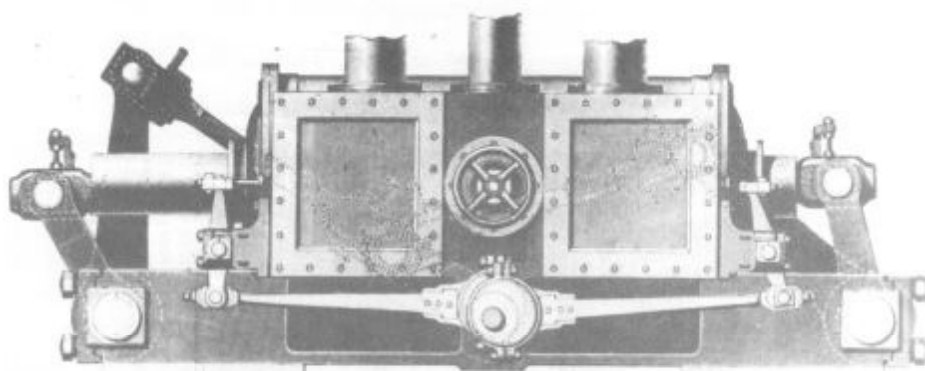
Nota : 1 pouce = 25,40cm environ.

Un modèle réduit qui accompagnait la demande de licence est visible *au British Science Museum* de Londres sous la référence **1865-35**

Ericsson améliora ensuite la conception de son moteur en décalant les cylindres et en les disposant de part et d'autre de la quille, le vilebrequin étant au centre. L'arbre d'hélice était ainsi relié directement au moteur et la charge était également répartie sur babord et tribord.

A noter également que tous les moteurs conçus par Ericsson après celui du bateau portant son nom étaient utilisés sur des bateaux utilisant un nouveau propulseur : l'hélice, dont certains historiens des techniques lui attribuent également l'invention.

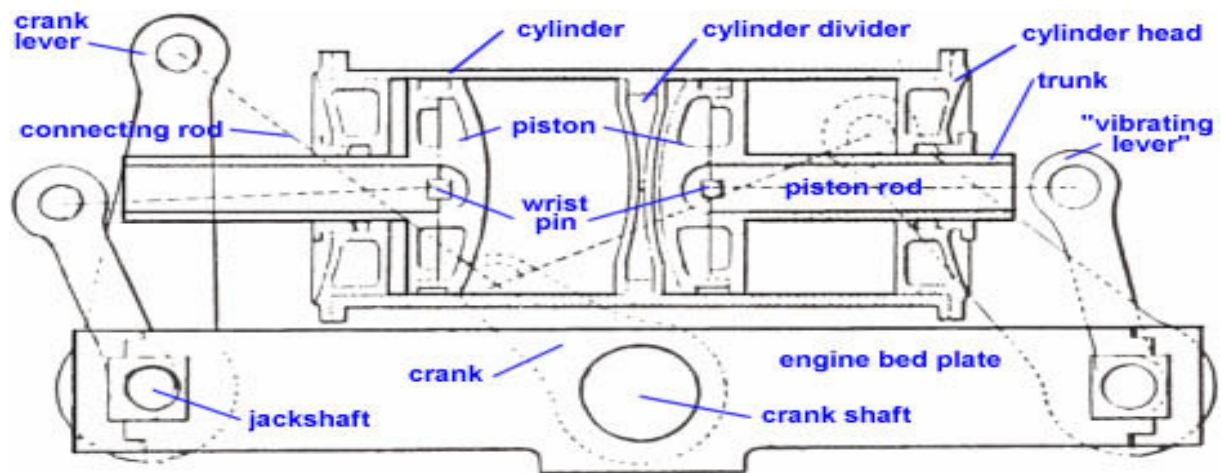
En 1857 Ericsson avait encore réduit la taille du moteur en plaçant les cylindres dos à dos, ce qui permettait de



centrer la charge sur la quille, grâce au système de leviers oscillant (**Ericsson Patent No. 20782**).

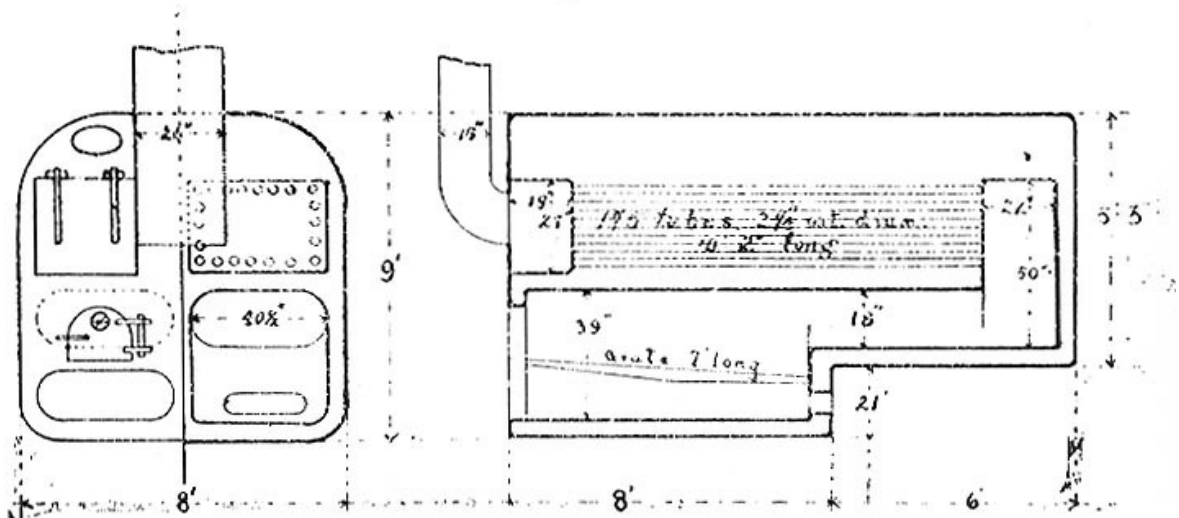
Mais le USS *Monitor* (1852) requérait un moteur encore plus compact et Ericsson, utilisant l'invention de John Penn concernant le concept de piston-arbre (*Trunk Piston*) s'affranchit du pied de

bielle (cross-head) et diminua la largeur de la machine de façon à la rendre compatible avec la coque. Ce fut le modèle d'origine de tous les moteurs de type « *Monitor* » dont voici le schéma de principe :



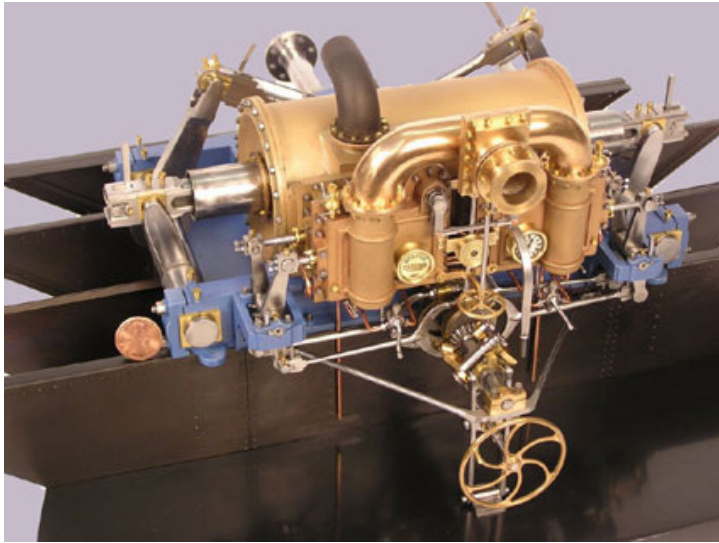
Ci-après le schéma de la chaudière du USS *Monitor* :

Photo # NH 94690 Sketch plan of boilers of USS *Monitor*



BOILER (2) OF THE MONITOR, 1861.

LORSQUE LES MODELISTES S'EN MELENT...



La maquette de cette machine au 1/16^{ème} a été réalisée par Rich Carlstedt. A noter la pièce de monnaie qui donne l'échelle !

Elle est visible sur son site :

<http://www.stationarysteam.com/>

Les différentes étapes de fabrication de ce modèle peuvent être suivies sur le premier lien ci-après et une vidéo de cette machine en mouvement est consultable sur le second lien URL

<http://bbs.homeshopmachinist.net/showthread.php?t=24113&highlight=USS+Monitor>
<http://www.youtube.com/watch?v=VWn8gQ9Ykpk>

EN GUISE DE CONCLUSION....



En 1930 Le moteur Ericsson fut utilisé par Philips en Hollande pour motoriser de petits générateurs électriques portables destinés à alimenter les postes de radio à tubes exportés dans des pays dépourvus d'infrastructure énergétique.

Puis les militaires s'intéressèrent à l'invention de Ericsson pour la propulsion de navires de guerre et de sous-marins. L'hélium en enceinte confinée fut alors substitué à l'air chaud pour des raisons de rendement et d'économies de combustible.

... Mais ceci est une autre histoire...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Stouffs, P., 1999, « Machines thermiques non conventionnelles : état de l'art, applications, problèmes à résoudre », *Thermodynamique des machines thermiques non conventionnelles*, Journée d'Etudes organisée par la Section Thermodynamique de la SFT, 14 octobre 1999.

Fintkelsein, Th., Organ, A.J., 2001, *Air engines*, Professional Engineering Publishing Ltd, London.

Kolin, I., 1991, *Stirling motor: history - theory - practice*, University Publications Ltd, Zagreb.

Strandh, S., 1982, *Machines, an illustrated history*, Nordbok, Gottenburg, Sweden.
The American Society of Mechanical Engineers, 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017

REFERENCES INFORMATIQUES

SITES SPECIALISES :

<http://www.pcez.com/~artemis/SLAengine.htm>

<http://www.dsself.dsl.pipex.com/MUSEUM/POWER/vibratory/vibrate.htm#eric>

<http://www.monitorcenter.org/forum/viewtopic.php?t=76>

http://www.panda.ro/site/nr_3.doc

http://celebrating200years.noaa.gov/monitor/engine_register.html

NATIONAL HISTORIC MECHANICAL ENGINEERING LANDMARK :

<http://files.asme.org/ASMEORG/Communities/History/Landmarks/5539.pdf>

DEPARTMENT OF THE NAVY -- NAVAL HISTORICAL CENTER805 :

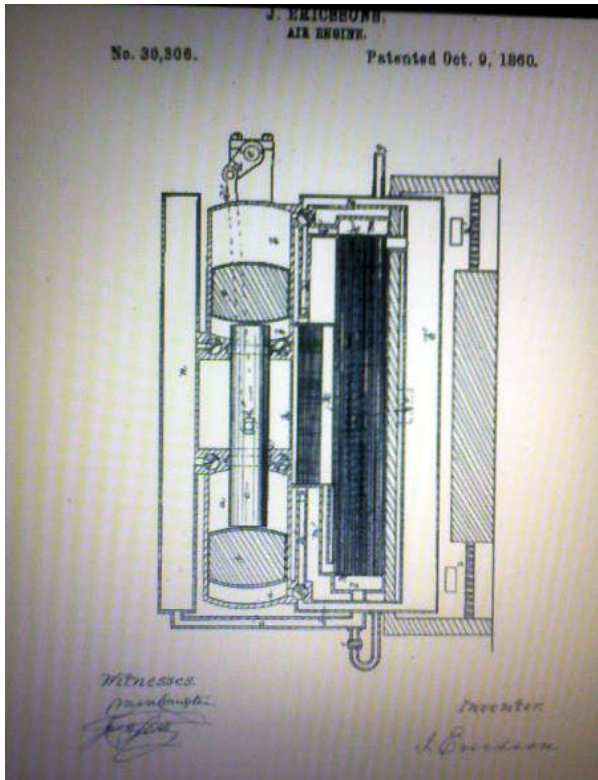
<http://www.history.navy.mil/photos/sh-usn/usnsh-m/monitr-v.htm>

US PATENT AND TRADEMARK OFFICE :

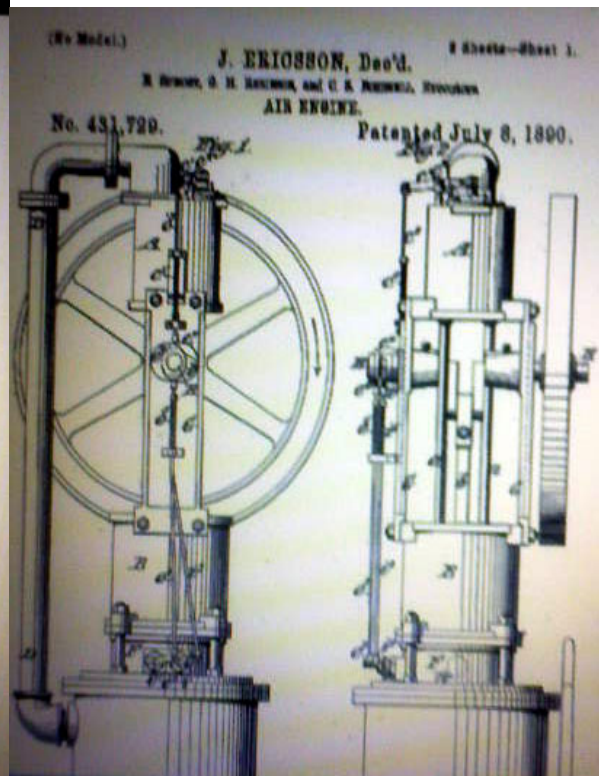
<http://patft.uspto.gov/>

SOURCE DES ILLUSTRATIONS : Ouvrages et sites ci-dessus.

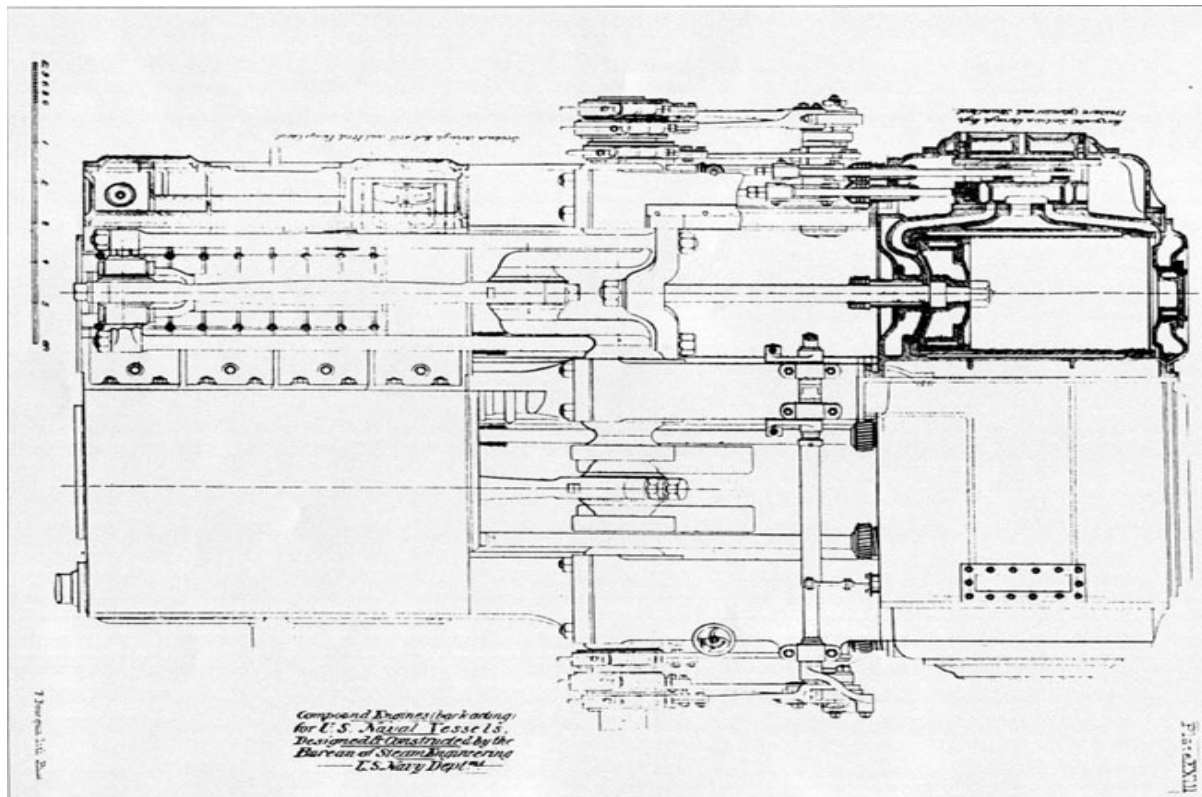
...ET LE BONUS POUR LES PASSIONNES !



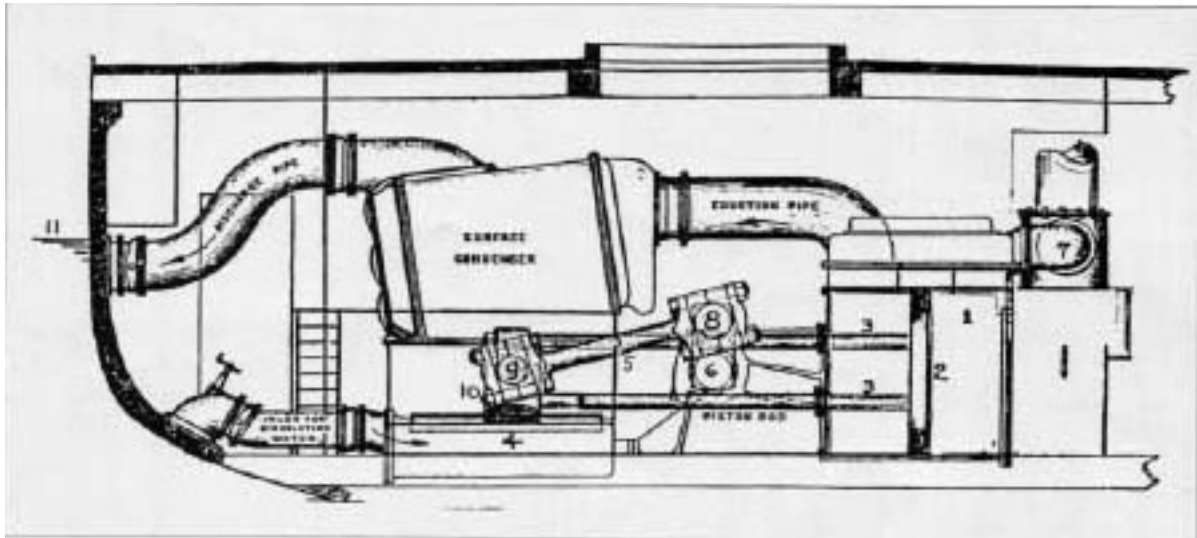
Brevet Ericsson 1860



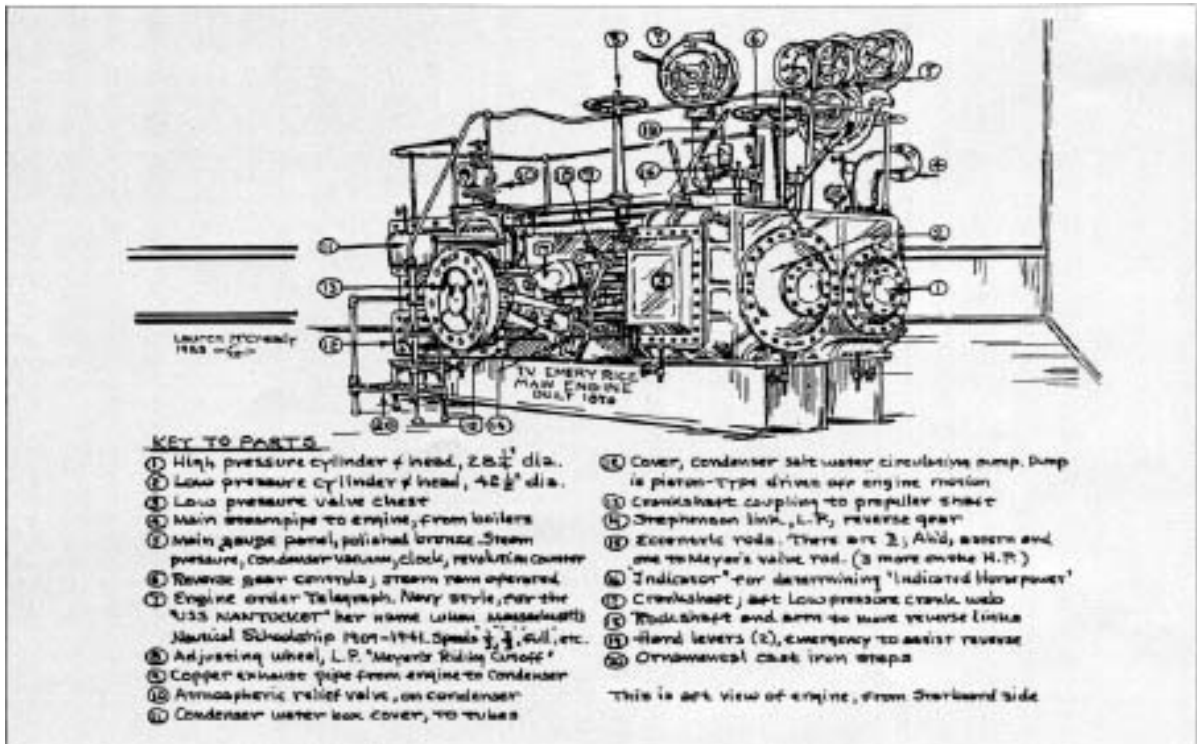
Brevet Ericsson 1890



Vue de dessus d'un moteur à vapeur compound double action avec tige de piston attelée au cylindre haute pression à gauche, et deux tiges de piston sous et au dessus du vilebrequin sur le cylindre basse pression.
(Modern American Marine Engines, Boilers and Screw Propellers, Emory Edwards, Philadelphia, 1881).



Pièces principales d'un moteur à vapeur propulsion arrière de la période 1855-1875. (adapted from *The Marine Steam Engine* by Sennett and Oram, London, 1915). 1-Cylindre; 2-piston; 3 et 3-tiges de piston, celle du haut la plus éloignée étant au-dessus du vilebrequin 6 et la plus proche passant dessus, la manivelle tournant entre les tiges; 4-guide de tête de bielle; 5-bielle de raccord; 6-vilebrequin; 7-admission de vapeur; 8-maneton; 9-maneton; 10-pied de bielle; 11-ligne de flottaison.



Main engine of T. V. EMERY RICE.

Ce moteur à vapeur est dérivé du prototype présenté en 1844 à la British Navy par la célèbre firme Maudslay & Field. Il connut son heure de gloire et disparut à la fin du dix-neuvième siècle lorsque le blindage des coques permit de protéger les machines à cylindres verticaux qui développaient une puissance nettement supérieure et étaient plus pratiques à mettre en œuvre que les moteurs bas placés le long de la quille et sous le niveau de flottaison aux fins de protection contre les tirs ennemis.

DEDICATED TO THE MEMORY OF THOMAS FITCH ROWLAND, BUILDER OF THE ORIGINAL MONITOR.
 1859 - PROPRIETOR OF THE CONTINENTAL IRON WORKS, BROOKLYN, N.Y. FOR 48 YEARS - 1907.

HISTORY.

ORIGINAL MONITOR.
 DESIGNED BY CAPT. JOHN ERICSSON.
 BUILT BY THOMAS F. ROWLAND IN BROOKLYN, N.Y. IN 100 DAYS.
 KEEL Laid Oct 22nd 1861.
 LAUNCHED JAN 30th 1862.
 SAILED MAR 6th 1862.
 Commanded by CAPT. JOHN L. WORDEN & LIEUT. CARVEL D. GREENE.
 COMBAT WITH THE MERRIMACK MAR. 8th 1862.
 LOST OFF HATTERAS DEC 6th 1862.

DESCRIPTION.
 HULL PROPER LENGTH 119 FEET BEAMS 42 FT DEPTH 6 FT ARMOR PLATE 11 1/2 FT BANG 43 1/2 FT WIDE & 5 FT DEEP TURRET 20 FT DIA & 9 FT HIGH ARMS 8 FT LONG ARMS 16 FT LONG BALL 16 LB & 15 LB POWDER DRAGAGE 10 FT 4 IN MACHINERY ONE DOUBLE CYLINDER 40 IN DIA AND 20 IN STROKE BELT DRUM SYSTEM SCREW 30 FT DIA 10 FT DEPTH SPEED 6 TO 8 KNOTS OFFICERS & CREW 31 MEN ENGINEERS, STEWARDS & BOATMEN

ORIGINAL VIRGINIA.
 BUILT IN BOSTON MAR 1862
 BURNED AT NORFOLK VA APR 1862
 REBUILT AS AN IRON CLAD JAN 1862 AND RENAMED VIRGINIA
 Commanded by COMDR. FRANKLIN B. ROYANAN & LIEUT. G. S. LITTLE
 CAPT. ENGINEER H. S. SANSEY
 ACT. ENGINEER J. P. HULL

DESCRIPTION.
 LENGTH 263 FT BEAM 57 FT 7 IN DEPTH 12 FT 6 IN TURRET 15 FT CARTRIDGE BATTERY 40 FT LONG 11 FT WIDE GUN DIA 16 FT 10 IN 15 FT DIA DRAGAGE 33 FT MACHINERY TWO 7 IN RIFLES TWO 30 CALIBRE AND SIX 9 IN GUNS ALL IN THE CARRIAGE TWO SINGLE ACTION ENGINES ONE 20 HP & ONE 30 HP TWO BLADED SCREW 10 FT DIA OFFICERS & CREW 350 MEN FIRST COMBAT MAR 8th 1862 DESTROYED BY WORDEN THE 31st THE CONGRESS CUMBERLAND COMBAT WITH THE MONITOR MARCH 9th 1862 BURNED IN THE JAMES RIVER MAY 17th 1862



John ERICSSON (1803-1889)